

祝) ネットワーク生態学研究会 20周年

-研究会の歩みから最新の話題まで-

林 幸雄

北陸先端科学技術大学院大学 (JAIST) 融合科学共同専攻,
Technical Program Committee on Complex Networks

▶ 第 1-14 回まで

▶ それ以降

▶ 国内の起業例

第 20 回ネットワーク生態学シンポジウム 招待講演, 3/7, 2025



書籍の目次

- 第1章 ネットワークの次数分布
- 第2章 データ分析としての基礎
- 第3章 情報拡散の最大化
- 第4章 高速な近似解法
- 第5章 分断しにくい最適耐性
- 第6章 災害や攻撃による破損後に役立つ代替経路
- 付録A いくつかの式の導出
- 付録B 実ネットワークデータの基本特性
- 付録C 自己修復の可視化デモ

⇒ 基礎理論と分析応用の区別は不毛！

主な流れ：創成期から最近の新発見までをざっくりと

ネットワーク科学が明らかにした望ましい繋がり方

⇒ 利己原理による不平等かつ脆弱化から脱却する具体策について

これまで得られた知見と新たな発見

- ① 現代社会を支えるネットワークに共通する SF 構造
- ② 優先的選択：次数に比例したリンク確率
- ③ (二次の) 玉葱状構造が最適と考えられたが...
- ④ 木構造になりにくい ループ強化が要
- ⑤ ループ強化に基づく頑健性向上, NP 困難を回避して
- ⑥ ハブを無くす逆優先的選択
- ⑦ 均一な構造こそ最適な攻撃耐性
- ⑧ 小まとめ -科学が明らかにしたこと

但し, 専門分化した temporal, multilayer networks については省略

1. 現代社会を支えるネットワークに共通するSF構造

全く異なる対象や構成要素であるにもかかわらず、現実の多くのネットワークには共通性 $P(k) \sim k^{-\gamma}$, $2 < \gamma < 3$, が存在. R.Albert, A.-L.Barabási, Rev. Mod. Phys. 74(47), 2002.

社会的関係

知人関係, 企業間取引, 映画の共演, 論文引用, 性的関係, 言語

インフラ技術

インターネット (ルータおよび AS レベル), WWW, 航空路線, 電力網, 電子メール送受信

生物系

神経回路網, 遺伝子やエネルギー代謝の反応系, 食物連鎖

望ましくない現実の姿 脆弱な SF 構造

大多数は低次数だが、極少数が高次数のハブで構成される。

Scale-free 構造の性質

頑健性： ランダムなノード故障には強く連結性を保持。

脆弱性： ハブの**集中攻撃**で**極度に分断**。

理論的裏付け： D.S.Callaway et al., Phys. Rev. Lett. 85(25), 2000. + 許容量を超えた**連鎖被害**, 及び, 足を引っ張り合う**相互依存性**



連結性を失うと伝達や輸送などネットワークとしての本質が機能しない！

2. 優先的選択：次数に比例したリンク確率

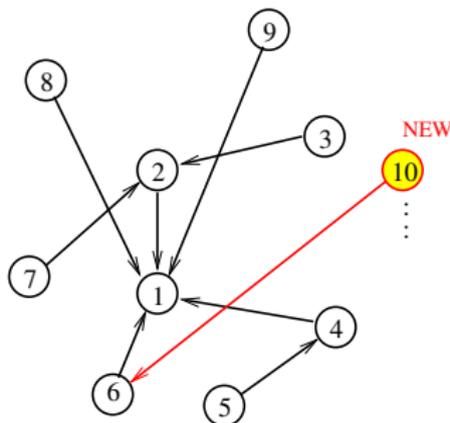
なぜ共通な構造が存在？ → リンク先選択に何か原理があるのでは！

- 国内航空網において新規航路を開設する際、全国各地への多くの乗り継ぎ便を持ったハブである羽田空港に乗り入れると便利で自社の利用客が増える。
- 多くの回線が接続する通信拠点に繋ぐ方が少ない経由数で何処にでも辿り着けそう。
- 貧乏人より金持ちと付き合った方が金回りが良い。

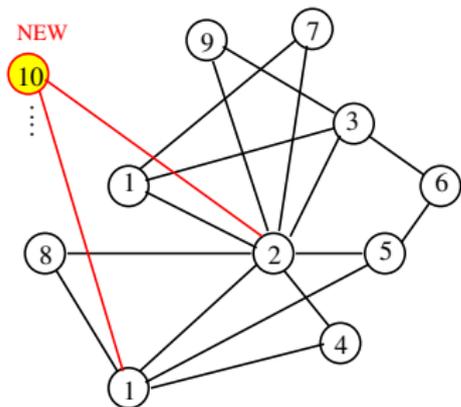
ノードを人に、リンクを経済取引から得るお金に対応付ければ、優先的選択は、“金持ちはより金持ちになる (rich get richer)” 法則に読み替え可。

優先的選択は単なるネットワーク生成モデルの基本的規則に留まらず、効率重視で都合の良い相手と繋がろうとするある種の利己原理を個々人が持てば、例え全体への影響を意図しなくても不平等な世界が生じうる！

GN 木と BA モデル: $P(k) \sim k^{-3}$ の解析的な導出



Krapivsky-Redner's GN model



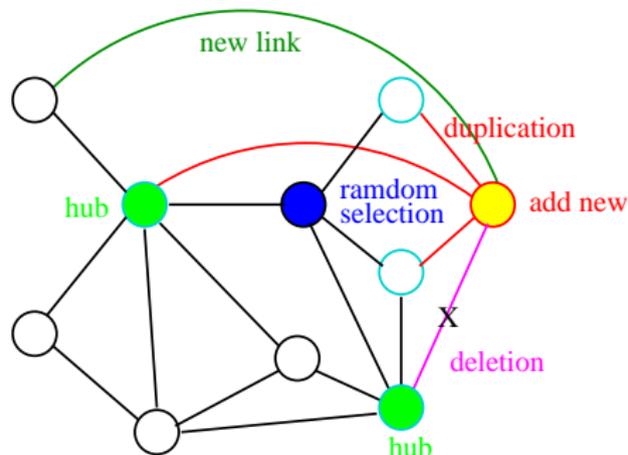
BA model

P.L.Krapivsky, S.Redner, F.Leyvraz, *Phys. Rev. Lett.* 85(4629), 2000., A.-L.Barabási, R.Albert, H.Jeong, *Physica A* 272, 1999.

利己性 確率: k^ν	無 $\nu = 0$	弱 ← $0 < \nu < 1$	優先的選択 $\nu = 1$	→ 強 $\nu > 1$
分布 $P(k)$	指数	カットオフ付べき乗	べき乗	独占状態
ハブ有無	ハブ無	最大次数が抑制	ハブ創出	巨大ハブ

Duplication-Divergence Model

意図の無い, 真似っ子 (誰かの知人と友達になる) でも SF 構造が創発してしまう !!



ランダムに選ばれた頂点に隣接するハブにはリンク複写のチャンス大!

⇒ 生物は, 選択不要のより単純な機構で, 優先的結合を実現!

R.V.Solé et al., Advances in Comp. Sys. 5, 2002. R.Pastor-Satorras et al., J. of Theo. Bio. 222, 2003. J.Kim et al., Phy. Rev. E 66(055101), 2002.

優先的選択はレジリエンスの真逆

システム工学や環境生態学から近年注目！

レジリエンス（復活力）：固く頑丈でも限界に達すると脆い従来のシステムから脱却して、必ずしも全く元道りに戻る訳ではないかも知れないが、しなやかに機能を復活させることができる力 ⇒ 概念的には、耐性、冗長性、回復性、信頼性が重要.

優先的選択	脆弱性を増幅	↔	高レジリエンス
誰も同様に 利己主義で 結果としてハブ創出 非一様な次数分布	同質性 効率偏重 一極集中 複雑さ		多様性 重複冗長 局所分離 適正な単純さ

A.Zolli and A.M.Healy 著（須川訳）「レジリエンス 復活力」, 2013.

3. (二次の) 玉葱状構造が最適と考えられたが...

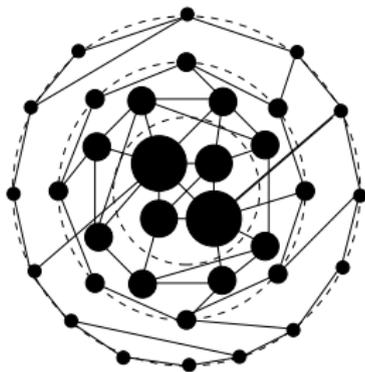
$P(k)$ 不変では攻撃に最適な結合耐性 = 正次数相関を持つ玉葱状構造.

C.M.Shneider et al., PNAS 810(10), 2011.,

T.Tanizawa, S.Havlin, and H.E.Stanley, Phys. Rev. E 85(046109), 2012.

⇒ リンク全体張り替えのみ.

Z.-X.Wu, and P.Holme, Phys. Rev. E 84(026116), 2011.



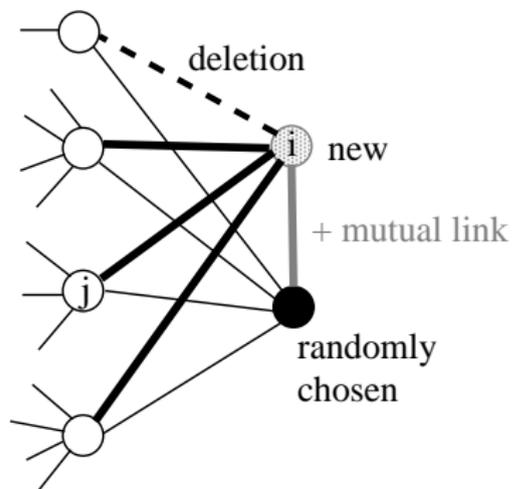
R 値の最大化をスワップで探索して

培った繋がりを捨て去る, リンク全体の張替えは非現実的.

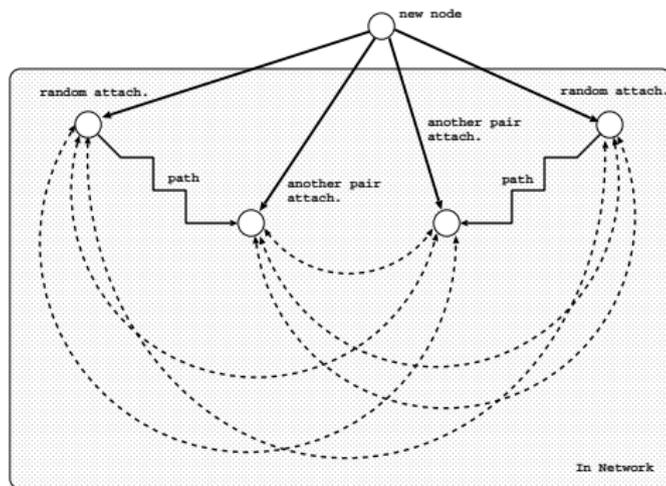
一方, 逐次成長法でも生成可能!

- 協調的な部分コピー操作.
Y.Hayashi, IEEE Xplore Digital Library SASO 2014., Y.Hayashi, Physica A 457, 2016.
- 仲介に基づく成長法.
Y.Hayashi, Network Science 6(1), 2018.

部分コピー操作（左）と仲介に基づく成長法（右）



Y.Hayashi, IEEE Xplore Digital Library SASO 2014., Y.Hayashi, Physica A 457, 2016.



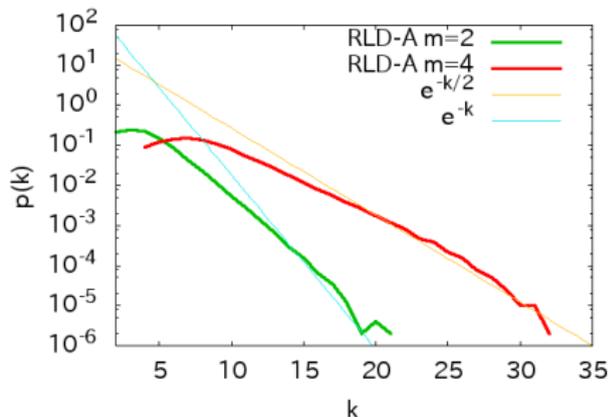
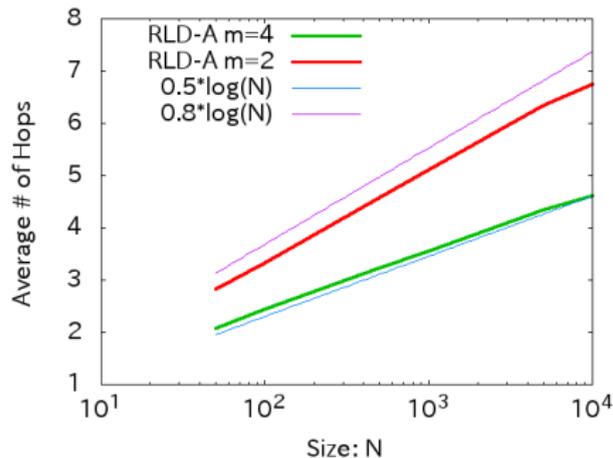
Y.Hayashi, Network Science 6(1), 2018.

⇒ 玉葱状構造を生成すると同時に、**ループも増加（強化）**。

▶ 組織論：近所付き合いと遠距離交際

利己主義を捨て、効率性と頑健性を両立可

Small-World 効果：仲介に基づく成長で最短経路の平均経路長は $O(\log N)$.
一方, 利己主義：優先的選択に基づく現実の多くの Scale-Free ネットワークは効率重視で結合耐性は極端に脆い.



仲介に基づく逐次成長, $N = 5000$.
 $p(k)$ は近似的に指数分布.

Y.Hayashi, Network Science 6(1), 2018.

⇒ 従来の反省点として, Poisson 分布の Erdős-Rényi ランダムグラフと, べき乗分布の Scale-Free ネットの研究に世界的にピンポイント集中.

4. 木構造になりにくい ループ強化が要

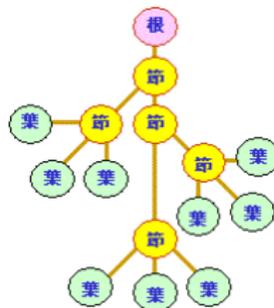
Decycling グラフ G の decycling 数 $\theta_{dec}(G)$ は **ループ無グラフにする** 為に除去するノードの最小比.

Dismantling(剥ぎ取る, 裸にする) グラフ G の dismantling 数 $\theta_{dis}(G)$ は **GCのサイズが定数 C より小さくなる** 為に除去するノードの最小比.

次数分布 $\{p_k\}$ のランダム疎グラフにおいて

$$\theta_{dec}(p_k) = \lim_{N \rightarrow \infty} E[\theta_{dec}(G)], \quad \theta_{dis}(p_k) = \lim_{N \rightarrow \infty} \lim_{C \rightarrow \infty} E[\theta_{dis}(G, C)].$$

- 任意の次数分布で
 $\theta_{dis}(p_k) \leq \theta_{dec}(p_k)$
- $\langle k^2 \rangle < \infty$ なら,
 $\theta_{dis}(p_k) = \theta_{dec}(p_k)$.



⇒ NP 困難な Decycling 問題と Dismantling 問題は漸近的に等価.

A. Braunstein et al., PNAS 113(44), 12368-12373, 2016.

種々のノード攻撃

上から下にいくほど破壊力が増す。

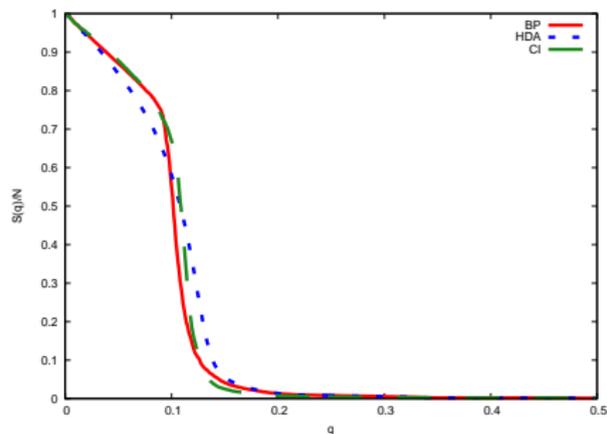
標的	基本	亜種
一様	ランダム	
中心	媒介中心性など	
ハブ	次数順	知人の免疫化
拡散の要	CI_I	CI_P $CI-TM_L$
結合の核	CoreHD 2-core	k-core
ループ	BP	BPD

林 編著, Python と複雑ネットワーク分析, 第 4 章, 2019.

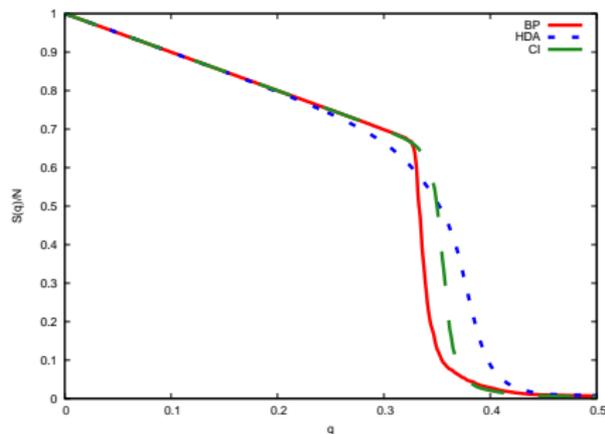
▶ KCORE ANALYTICS

破壊力のある攻撃の比較 (曲線下の面積: R 値)

ネット生成後にランダム張替えして, 次数分布 $P(k)$ の影響のみ考慮.



(a) k^1 -PA SF, べき乗分布



(d) k^{-100} -IPA, より狭い分布

実線: HDA 攻撃 (再計算しながら局所中心の除去), 破線: BP 攻撃 (ループ破壊), 点線: Cl_3 攻撃 (インフルエンサー除去).

以前の UCINET や Pajek などから...

	graph-tool	iGraph	NetworkX	NetworKit
インプリ言語	C/C++	C/C++	Python	C/C++
言語バインド	Python	C,Python,R	Python	C++,Python
インストール	Hard	Medium	Easy	Medium
OpenMP	Yes	No	No	Yes
計算速度	1	1-4	40-135	N/A
コミュニティ抽出	Yes	Yes	No	Yes
レイアウト	Yes	Yes	No	Yes

D.Zinoviev, Complex Network Analysis in Python, 2018. より抜粋

林編著, Python と複雑ネットワーク分析 -関係性データからのアプローチ, シリーズ
ネットワーク科学の工具箱 II, 近代科学社, 2019.

T.P. Peixoto graph-tool のマニュアル [▶ Documentation](#)

NN 学習で組合せ最適化の近似解を得る試み

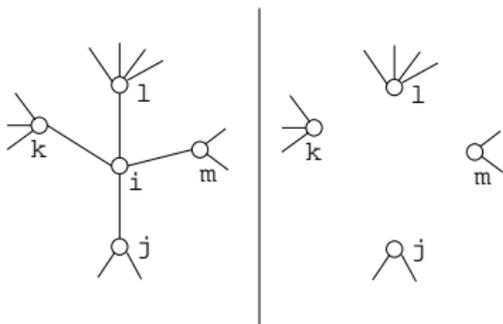
- Graph Convolutional Network (GCN) で **Dismantling 集合を推定**
各ノードの中心性など複数 p 個の特徴量を付与した $p \times N$ 次元の入力ベクトルを考え, 25 ノードの小規模の部分グラフにおいて**攻撃の標的**を選べるように事前学習した畳み込みフィルタを用いる
M.Grassia et al., Nature Communications 12(5190), 2021.
- Graph Neural Network (GNN) の強化学習で, **最小 VC 問題, 最小カット問題, 巡回セールスマン問題を近似的に解く**
グラフカーネルとして反復伝搬の集約・結合 (aggregate 関数と combine 関数) と反復最後の読み出し (readout 関数) を用いた structure2vec グラフ埋め込みで特徴ベクトルに変換させた後, そのベクトルを入力としてランダム初期値の結合重み等のパラメータを学習
H.Dai et al., Proc. of the 31st Int. Conf. on NIPS, 2017.

⇒ **最悪攻撃として, ノード間の連結性を最小にする CND 問題は NP 困難**

D.Santos et al., Electronic Notes in Discrete Mathematics 64, 2018.

統計物理の Cavity(空洞) グラフによる近似解法

Bethe-Peierls 近似：
独立積



$$\mathcal{P}_{\setminus i}(A_j : j \in \partial i) \approx \prod_{j \in \partial i} q_{j \rightarrow i}^{A_j}$$

- ① $A_i = 0$: i は非占有の状態：木の根として不要。
⇒ 木以外のループ形成の為のノード。
- ② $A_i = i$: i 自身が根. i が追加結合された時, 隣接 $j \in \partial i$ の状態 $A_j = j$ は, i が j の根の状態 $A_j = i$ に変化可.
- ③ $A_i = l$: i が追加結合された時, ある隣接 $l \in \partial i$ が存在して, 他の全ての $k \in \partial i$ が非占有 or 根なら, l が i の根.

H.-J.Zhou, Euro.Phys. J. B 86(455), 2013.

BP法におけるメッセージ伝搬：高速収束

自由エネルギー極小点 \Leftrightarrow 伝搬の平衡点

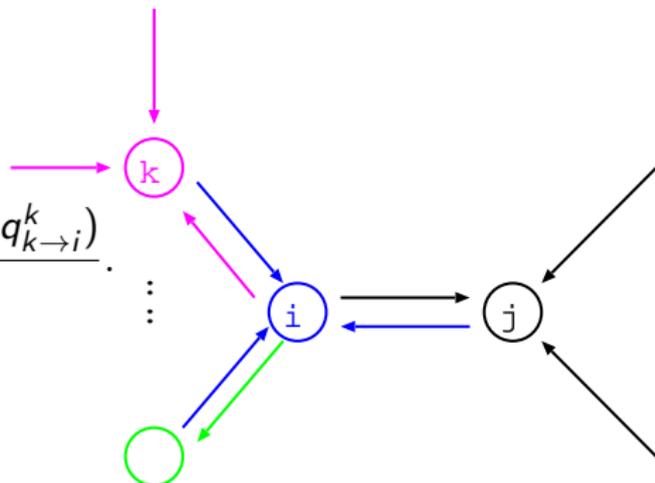
$$q_{i \rightarrow j}^0 = \frac{e^{-x}}{z_{i \rightarrow j}^{FVS}(t)},$$

$$q_{i \rightarrow j}^i = \frac{\prod_{k \in \partial i \setminus j} (q_{k \rightarrow i}^0 + q_{k \rightarrow i}^k)}{z_{i \rightarrow j}^{FVS}},$$

$$q_{i \rightarrow j}^l = \frac{(1 - q_{l \rightarrow i}^0) \prod_{k \in \partial i \setminus j, l} (q_{k \rightarrow i}^0 + q_{k \rightarrow i}^k)}{z_{i \rightarrow j}^{FVS}}.$$

反復計算により, i がループ形成に必要な不可欠な FVS に属する確率 q_i^0 を求める

$$q_i^0 = \frac{e^{-x}}{z_i(t)},$$



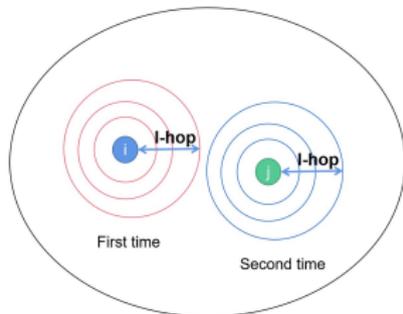
H.-J.Zhou, Euro.Phys. J. B 86(455), 2013.

インフルエンサー抽出への応用

単一の種ノードより複数の種ノードを設定する方が、より広くより素速く拡散するとしても、互いに近いと拡散の輪がすぐに重なり効果的でない。

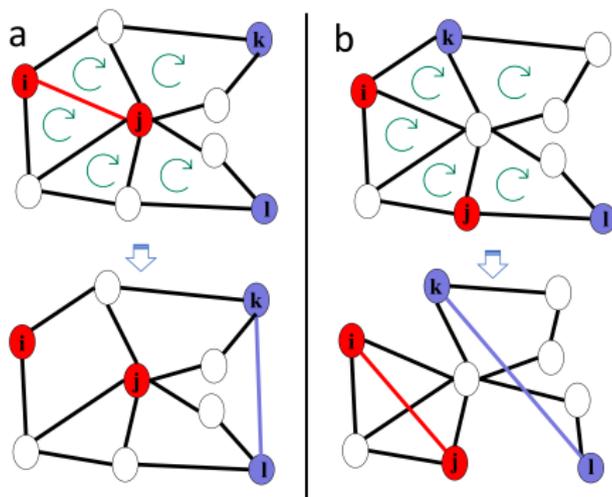


そこで、種ノードが互いに遠くなるように選ぶ、**1-ホップ被覆**を求める。



5. ループ強化に基づく頑健性向上, NP 困難を回避して

左 a 次数非保存のリワイヤリング, 右 b 次数保存のリワイヤリング.

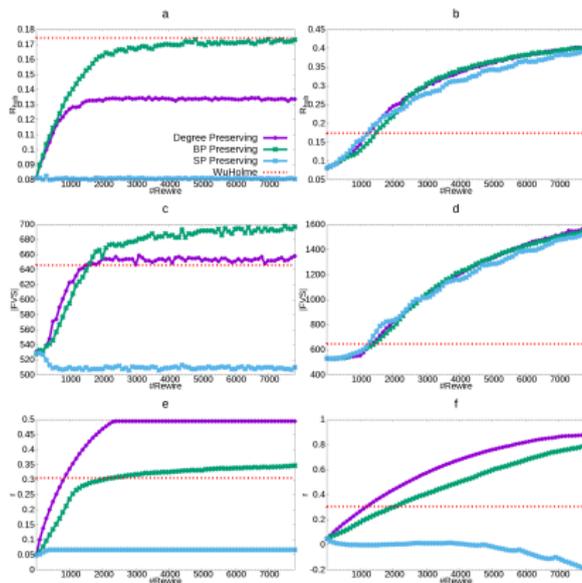


① 次数 k_i や ② ループ強化に関する BP の q_i^0 が最大のノード間のリンク除去, それら最小のノード間にリンク追加, あるいは ③ ΔST が最大のリンク除去と追加を本数分だけ繰り返す.

M.Chujyo, Y.Hayashi, Applied Network Science 6(3), 2021.

リワイヤリングによる頑健性の向上

① 次数, ② q_i^0 , ③ ST 数に基づく手法を Open Flight の実データに適用.
左 次数保存のリワイヤリング, 右 次数非保存のリワイヤリング (効果大)



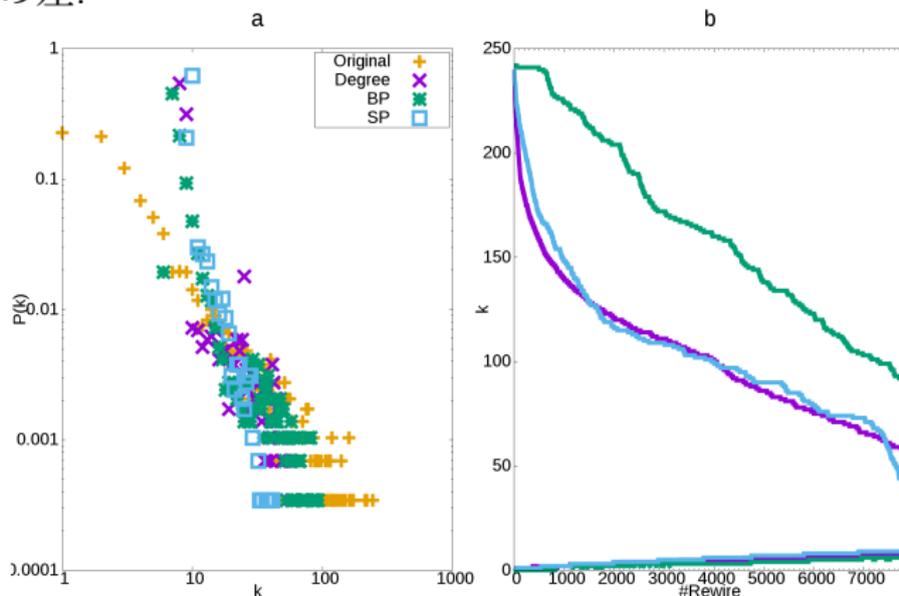
上から下に順に, 頑健性指標 R_{HDA} , $|FVS|$, 次数相関 r .

⇒ 負相関でも高い頑健性と大きな $|FVS|$ が存在, ループ強化がより重要!

M.Chujyo, Y.Hayashi, Applied Network Science 6(3), 2021.

頑健性を向上させる次数分布の変化に共通性を発見

左図 a 非保存の次数分布の比較, 右図 b 張替え本数に対する上線 k_{min} と下線 k_{max} の差.

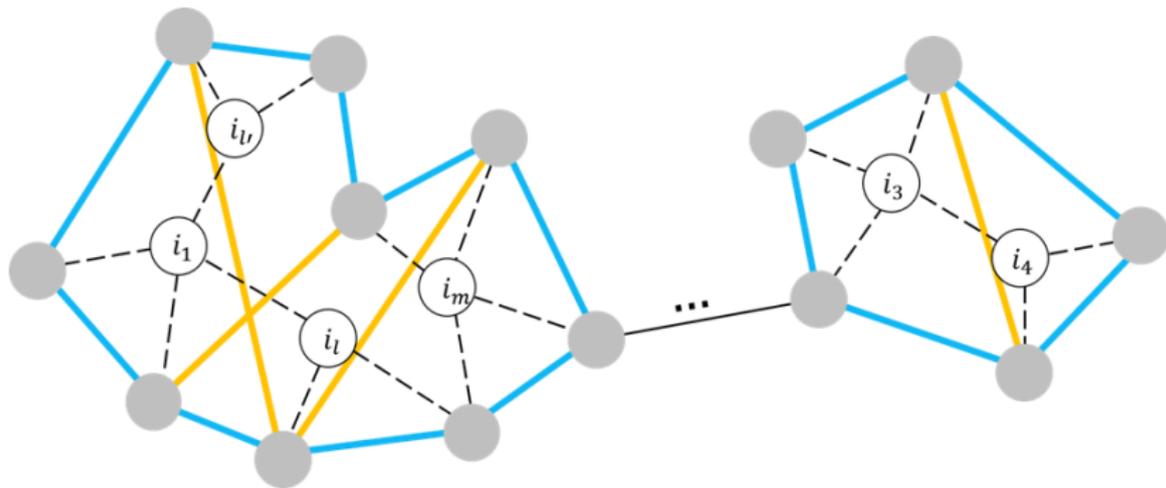


⇒ 負相関の場合を含めて, リワイヤリングで $P(k)$ の幅が狭まる!

M.Chujyo, Y.Hayashi, Applied Network Science 6(3), 2021.

分散処理のループ強化に基づく自己修復法

拡張隣接ノード間の輪形成 (穴の周囲補強) + 輪上のループ強化 (BP or 最小次数) \Rightarrow 修復の範囲拡張と分散アルゴリズム化を実現.



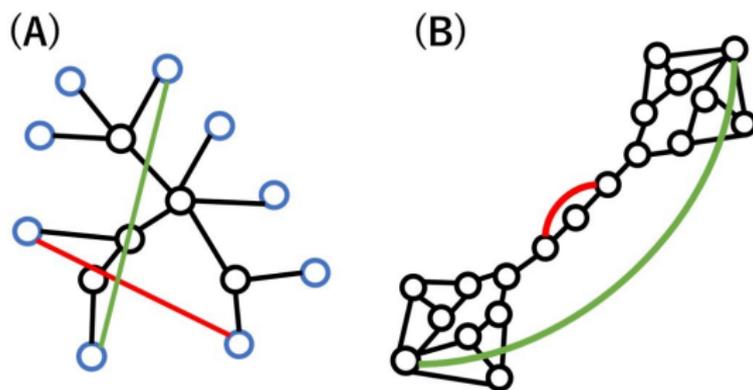
▶ DEMO

Y.Hayashi, A.Tanaka, J.Matsukubo, Entropy 23(102), Special Issue: Critical Phenomena and Optimization in Complex Networks, 2021.,

J.Kim, Y.Hayashi, Frontier in Physics 10(870560), 2022.

リンク追加でも弱者：最小次数に繋ぐのが支配的

最小次数戦略と最長距離戦略で選択ノードが (A) 同じと (B) 異なる例.



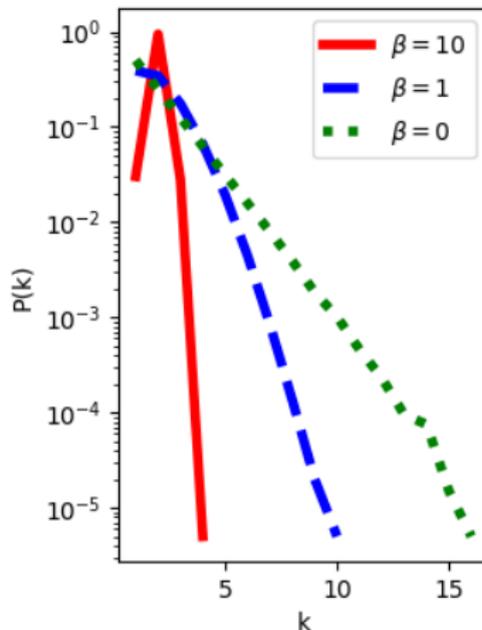
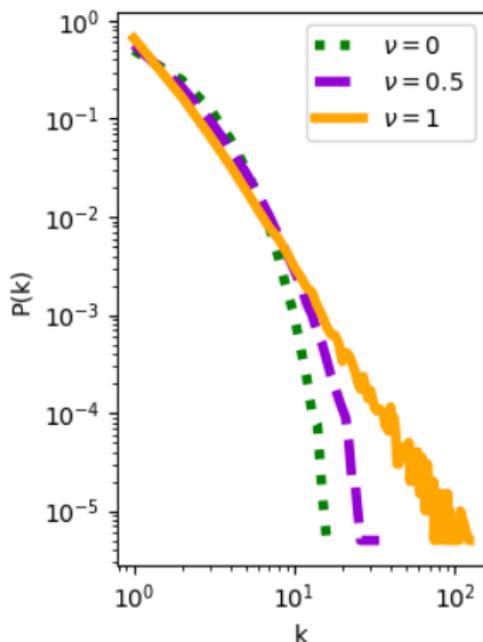
二段階の提案法

	一段		
二段		全ノード	最小次数ノード
一様ランダム		RandAdd	min-k RandAdd
最も長距離		LongAdd	min-k LongAdd
最も短距離		ShortAdd	min-k ShortAdd

M.Chujyo, Y.Hayashi, PLOS ONE 10(1371), 2022.

6. ハブを無くす逆優先的選択 (Inv.Pref.Attach.)

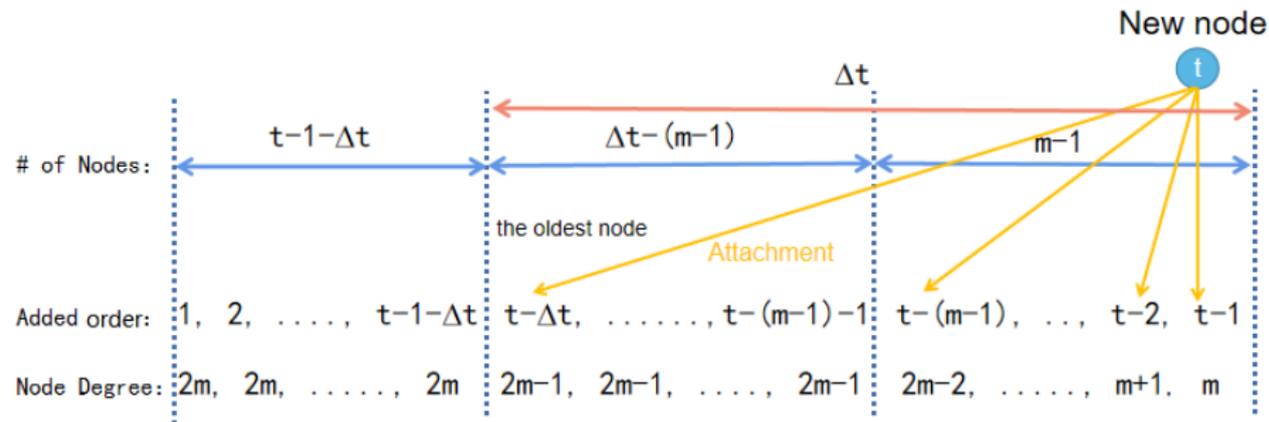
$N = 1000$, $m = 1$ の 100 平均, 左 k^ν -attach., 右 $k^{-\beta}$ -attach.



⇒ 指数分布より, β 大になるほど分布の幅が狭く, 分散が小さくなる.

$\beta \rightarrow \infty$ での最小次数選択

時刻 t で挿入された新ノードは時刻 $t-1$ から $t-(m-1)$ に挿入された次数 m から次数 $2m-2$ の 1 個ずつのノードにまず結合する. m 本中の残りの 1 本は, 複数存在する次数 $2m-1$ のノード (のどれか) に結合する. また毎時刻 m 本なので, **次数 $2m$ より大きいノードは存在し得ない.**

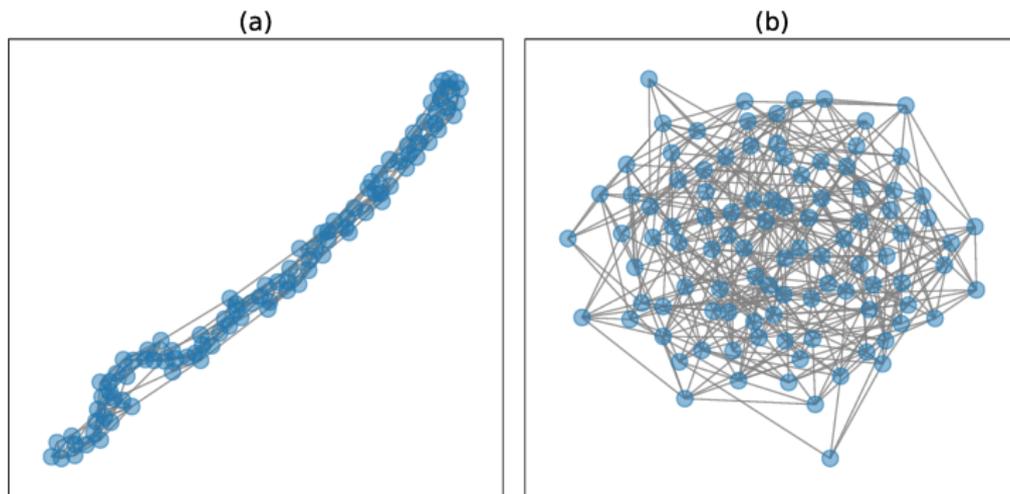


上段: 3 区間のノードの個数, 中段: 挿入された時刻 (順番), 下段: そのノードの時刻 t での次数をそれぞれ表す.

F.Liao, Y.Hayashi, Physica A 599(127427), 2022.

鎖状構造の可視化例

(a) IPA モデル ($N = 200, m = 4, \beta = 200$), (b) Config でランダム化.

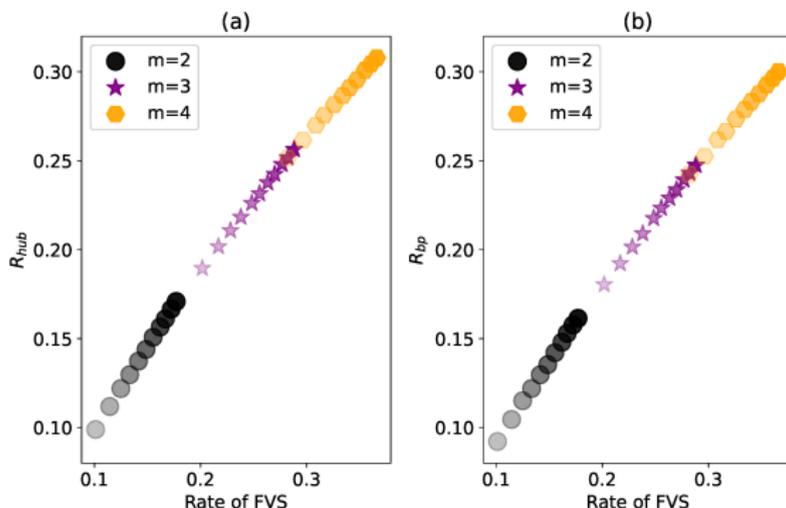


M.Chujyo, Y.Hayashi, Proc. of Complex Networks & Their Applications XI, 2022.

若い弱者同士だけで繋がると年配者と隔たって分断されやすくなる！

次数分布の連続変化と頑健性

線的な摂動：濃淡で示すべき乗分布から指数分布の連続変化 (k^ν に比例する結合選択の GN モデル, $N = 10^3$, $\nu = 0, 0.1, \dots, 1$, を Config でランダム化) に対する再計算の次数順攻撃とループ破壊への頑健性。

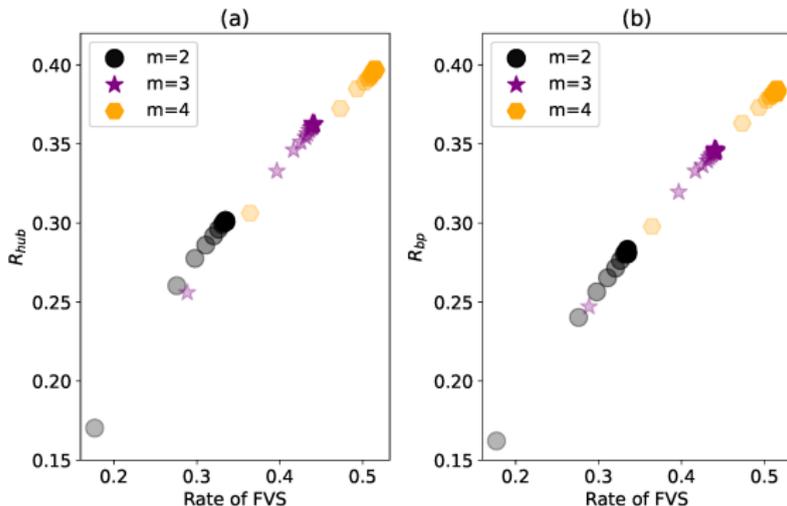


⇒ R 値と $|FVS|$ が連動して強く相関し, $P(k)$ が狭い程それらは大.

M.Chujyo, Y.Hayashi, Proc. of Complex Networks & Their Applications XI, 2022.

次数分布の連続変化と頑健性（続き）

線的な摂動：濃淡で示す 指数分布からより狭い分布の連続変化 ($k^{-\beta}$ に比例する IPA モデル, $N = 10^3$, $\beta = 0, 10, \dots, 200$, を Config でランダム化) に対する再計算の次数順攻撃とループ破壊への頑健性.

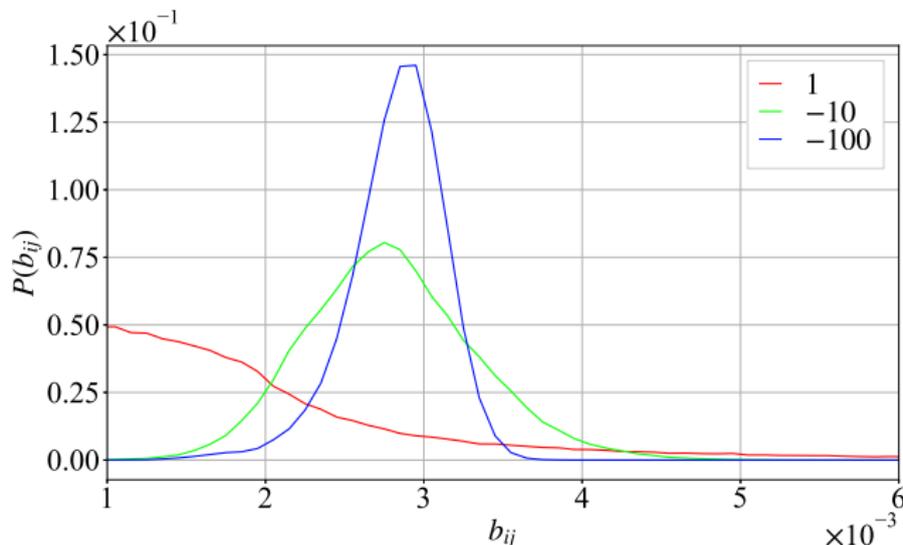


⇒ R 値と $|FVS|$ が連動して強く相関し, $P(k)$ が狭い程それらは大.

M.Chujyo, Y.Hayashi, Proc. of Complex Networks & Their Applications XI, 2022.

代替経路が多数存在して 過負荷連鎖故障も吸収

鎖状の影響を無くす為, Config モデルでランダム化した優先的選択の SF と逆優先的選択 ($\beta = -10, -100$) の次数分布における, 最短経路に関するリンクの媒介中心性 b_{ij} の頻度分布 $P(b_{ij})$



⇒ 幅の狭い分布で, 最短経路がほぼ均等に分配されてる長所を示す.

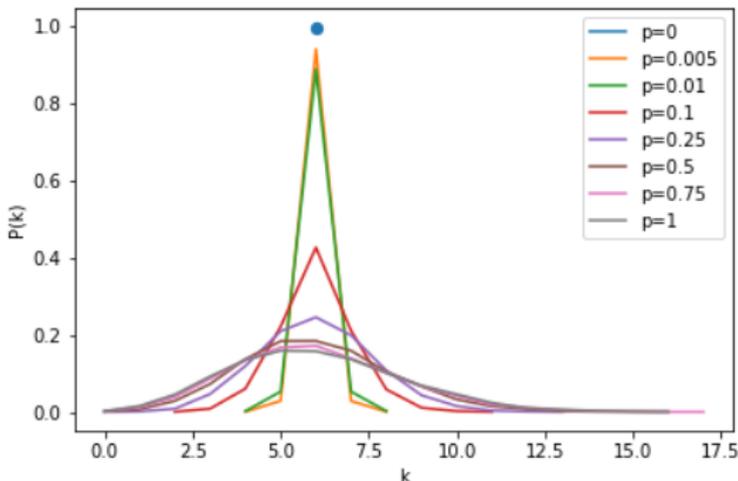
R.Kusunoki, and Y.Hayashi, PLOS ONE 19(7), 2024.

7. 均一な構造こそ最適な攻撃耐性

d レギュラーからの面的な摂動解析

離散摂動： 二種の次数 d_1, d_2 のみの二峰性ネット, $\Delta d \stackrel{\text{def}}{=} d_2 - d_1 > 0$,
次数分布 $P(k)$ の分散 $\sigma^2 = (d - d_1)\Delta d - (d - d_1)^2$,

割合 p のランダム摂動： 多峰な数種類の次数が存在 (下図) .



M.Chujyo, Y.Hayashi, T.Hasegawa, arXiv:2301.06291.

二峰性ネットの次数の組合せは網羅的

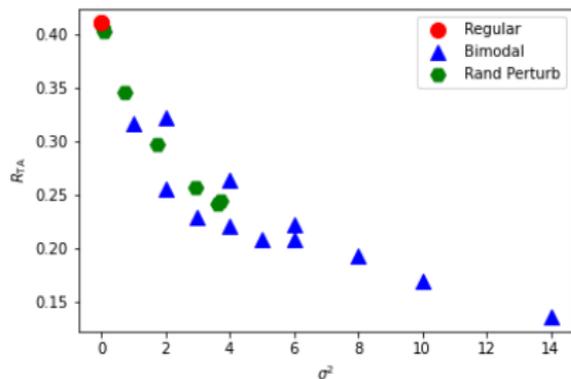
明らかに脆弱な星型を除く: $2 \leq d_1 \leq d-1$, $d+1 \leq d_2 \leq N-2$,
 $\langle k \rangle = d_1 P(d_1) + d_2 P(d_2) = d = 4$ で, 次数の組合せを網羅.

Δd	d_1	d_2	σ^2	$P(d_1) = N_1/N$
2	3	5	1	1/2
3	3	6	2	2/3
	2	5	2	1/3
4	3	7	3	3/4
	2	6	4	2/4
5	3	8	4	4/5
	2	7	6	3/5
	\vdots		\vdots	
Δd	$d-1=3$	$\Delta d + d_1$	$\Delta d - 1$	$(\Delta d - 1)/\Delta d$
	$d-2=2$	$\Delta d + d_2$	$2(\Delta d - 2)$	$(\Delta d - 2)/\Delta d$

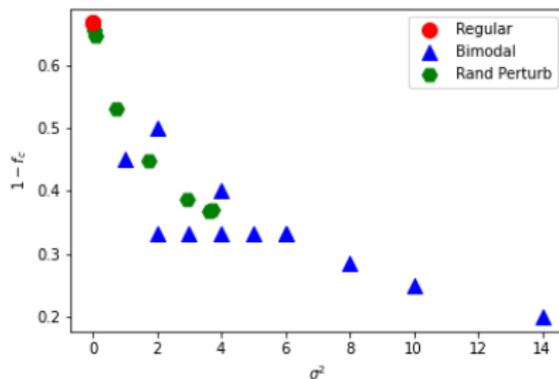
M.Chujyo, Y.Hayashi, T.Hasegawa, arXiv:2301.06291.

悪意のある次数順攻撃に対する耐性

$N = 6300$, $\langle k \rangle = 4$ の場合, 摂動による次数分布 $P(k)$ の分散 σ^2 に対して



(a) 頑健性指標：数値計算



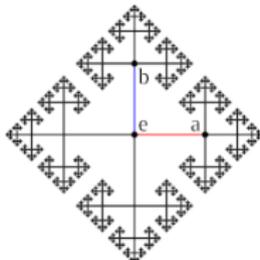
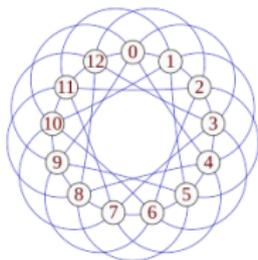
(b) 浸透しきい値：理論解析

⇒ ランダムレギュラーグラフが最も頑健！

M.Chujyo, Y.Hayashi, T.Hasegawa, arXiv:2301.06291.

直径⓪かつ拡大定数Ⓛで良い Ramanujan グラフ

d -レギュラーグラフで隣接行列の第二最大固有値 $\lambda_{N-1} \leq 2\sqrt{d-1}$



差グラフ：有限体 $F_q = \{0, 1, \omega, \omega^2, \dots, \omega^{q-2}\}$ 上の原始多項式 $x^q - x = 0$ の複素根である 2 元 g, h に対し, 加法群の剰余で $g = h + s$ なる $\exists s \in N_r = \{\alpha \in F_q : \alpha \times \alpha^p \times \dots \times \alpha^{p^{r-1}} = 1\}$ のとき, g は h と隣接

$q = p^r, r \geq 2$, 素数 $p, N = |F_q| = q, d = \frac{p^r - 1}{p - 1} \approx N^{1-1/r}$.

$X^{p,q}$ ： $q > 2\sqrt{p}$ を満たす素数 $p, q, x^2 \equiv p \pmod{q}$ の \nexists 整数解：体 F_q 上の 2×2 行列に四元数を介す射影一般線形群で生成される二部グラフ or \exists 整数解：射影特殊線形群で生成される非二部グラフ, $N = q(q^2 - 1)$ or $q(q^2 - 1)/2, d = p + 1$.

仁平 著, 「ラマヌジャングラフへの招待」, 2019.

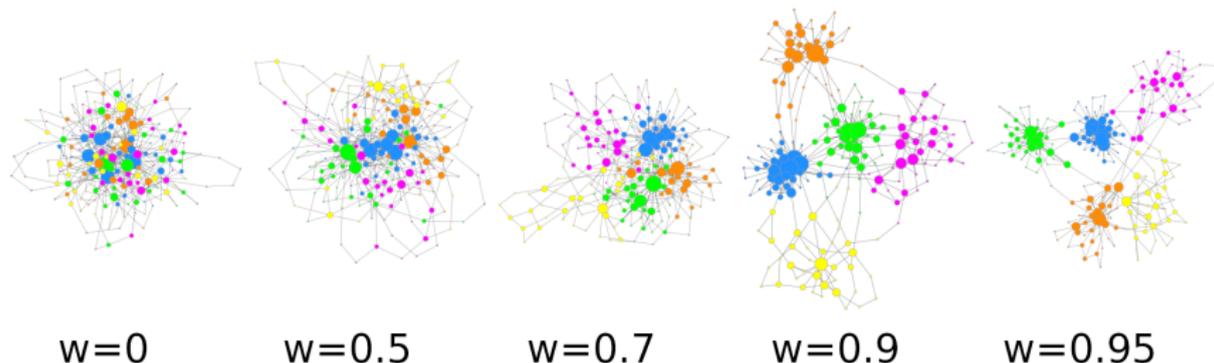
排他的な強すぎる内輪の団結はNG!

一方, 地域や同業種など様々なモジュール (コミュニティ) が実際に存在.

強い紐帯 (bonding): モジュール内を繋ぐ

弱い紐帯 (bridging): モジュール間を繋ぐ \Rightarrow 強さ (M.Granovetter 1973)

SF N=200



Q.Nguyen et al., Applied Network Science 6(82), 2021. S.Shai et al., Phy. Rev. E 92(062895), 2015. J.Kim and Y.Hayashi, PLOS ONE 19(3), e0301269, 2024.

8. 小まとめ -科学が明らかにしたこと-

- 攻撃に対する結合の頑健性の向上には、(二次構造の) 次数相関より **ループ強化**がより本質的.
その根拠は, Dismantling 問題と Decycling 問題の等価性, ループ破壊の最悪性, 負相関でも頑健な具体例 等々.
ループ強化に基づく, リワイヤリング (自己修復を含む) やリンク追加において, **次数分布の幅が狭い程, 頑健性が高くなる**ことが共通.
- したがって, **現状より攻撃耐性を上げる**には, 次数分布を底上げする, **弱者への最小次数ノード結合**や**逆優先的選択**に着目すべき.
⇒ (一次構造の) **次数分布の幅を狭く**することがより重要!
- **平等な**次数分布の幅が最小 0 の **ランダムレギュラーグラフ**は, **攻撃耐性が最適**. 但し, 排他的な**内輪の団結が強すぎるのは避けるべき!**
⇒ 地方や弱者を切り捨てないよう, 人口密度で生じ得るノード配置を改める**分散化**も必要.

通信効率を落とさず (不便にならずに), 頑健性をより強固にするには, 利己的な強者への結合から相互扶助的な弱者への結合に移行すべき !!

時間があれば？

これからの社会とインフラのあるべき姿について

⇒ 過去・現在の社会経済をまず知って、私利私欲の問題を理解し、**自治・共有による共益**の実現に向けて叡智を集結すると異分野で共通の指摘。

- ⑨ 分断されている社会経済も同じ構図
- ⑩ そもそも世の中は相互扶助の共和制だった
- ⑪ 民主主義と不可分な第3の選択：社会的連帯経済
- ⑫ 全体のまとめ -根本的に改めるべきこと-

9. 分断されている社会経済も同じ構図

震災で暴露された広域システムの本性：世の中も同様な構図で**分断化**

中央（都市, 強国, 富裕者） 経済発展が主, 大手に還流	周辺（地方, 弱国, 貧困者） 便利さや目先の利益で受入 （従属化・下位化で搾取される）
一部のハブ 結果的に強者にリンク集中 例：巨大ハブ化やモジュール化が進行, 日本で中枢都市圏の法制化	他ノード 個々の効率性でハブに繋がる （全体の連結性をハブに依存）

中央による巨大システム形成が、地方をも取り込んで行き、それらが巨大かつ複雑すぎて、**どうすることもできない人々の周辺化・モノ化が進み、主体性を喪失して依存。**

一方で、地方の下請けは**切り捨て可能**で、長期的な失敗リスクは落し付け。

山下祐介, 「東北発の震災論」, 2013. 「『都市の正義』が地方を壊す」, 2018. 新藤宗幸, 「新自由主義にゆがむ公共政策」, 2020.

工業社会に適した利己的な経済至上主義が元凶

現状は際限なき成長を追求する資本主義社会：

個人主義に基づく利己的な「地位財」を私有財産として強欲に追求。競争して、もっと多く、容易に搾取・略奪するやりたい放題の仕組み。

これまでは 中央集中型 政府縮小-市場拡大	これからは 分散型 市場抑制-社会拡大
分断 され、 奪い合う 生産の場 を重視 効率的 な資源の収奪・消費・廃棄 量 の経済・幸福 (極一部の強者のみ優遇)	自助共助 で、 分かち合う 生活の場 を重視 適応力 への変革、公共の利益 質 の経済・幸福 (弱者 を助ける)

⇒ 脱成長としてスケールダウン・スローダウンしながら、全体のパイを縮小し、より多く共有し、より公正に分配して再生産力を重視すべき。

G.Kallis et al(上原/保科 訳), 「なぜ、脱成長なのか」, 2021. J.Hickel(野中 訳), 「資本主義の次に来る世界」, 2023. 井手英策, 「欲望の経済を終わらせる」, 2020. 佐藤仁, 「争わない社会」, 2023. J.R.Rinfkin(柴田 訳), 「レジリエンスの時代」, 2023.

このまま搾取を喰い止めないと...

『漏れバケツの理論』

いくら稼いでも、お金が貯まらない！？



<https://n-gif10ken.com/topic.html>

藤山浩, 「図解でわかる 田園回帰 1% 戦略「循環型経済」をつくる」, 2018.

10. そもそも世の中は相互扶助の共和制だった

生き物にとって、弱肉強食による個体の欲望よりも種の繁栄が重要で、環境に応じて多様化しながら繁栄していく「形質の分岐」を是とする、闘争なき進化 -百年以上前の研究より-

中世以前の共同体：自律と協同は表裏一体で、共同集団の有機的な結合体
「一人は万人のため、万人は一人のために」

例：百姓ノ持ちタル国 ↓ 自律分散の共有物だったが

近代国家成立後：農地略奪や植民地支配で共同体が破壊され私利私欲の追求が正当化

「各自は自己のため、国家は万人のため」

+ '80年代以降に提唱された新自由主義「自由を束縛する悪しき平等」

⇒ 自己責任化され、格差がますます増大！

P.Kropotkin(大杉 訳), 「〈新装〉増補補修版 相互扶助論」, 2017. 五木寛之, 「一向一揆 共和国 まほろぼの闇」, 2014. 細野善彦, 「日本の歴史をよみなおす (全)」, 2005.

誇るべき日本の助け合い社会：結・講・座から組合へ

- 大原幽学の先祖株組合は耕地を出資して利益を無制限に積み立てる.
- **信用金庫**：報徳五常講「無利子貸付」「年賦返済」「お礼金」...
東海や関東を中心に全国 100 の**報徳社** → 銀行や JA に.
- **労働者協同組合**：1920 年代の大杉栄の労働運動, 1954 年の賀川豊彦の七か条「利益共楽」「人格経済」「資本協同」「非搾取」「権力分散」「超政党」「教育中心」.

2016 年にユネスコが協同組合の思想と実践を無形文化遺産に登録！

⇒ 1844 年の英国ロジテール先駆者協同組合より早く作られた！

高橋均「競争か連帯か -協同組合と労働組合の歴史と可能性-」, 2020. 島羽田継之, 「なぜ信用金庫は生き残るのか」, 2022.

二宮尊徳は飢饉に立ち向かい, **徳**：能力を活かして、**報**：社会に役立てる
として, 『至誠』『勤勉』『分度』『推譲』を地域復興の改革の柱とした.

⇒ **近代実業家**：渋沢, 安田, 豊田, 松下らがこれを学び企業成長させた.

富田高慶「超訳 報徳記 -代表的「日本人」の生き方に学ぶ-」, 2017.

11. 民主主義と不可分な第3の選択：社会的連帯経済

多数の経済的弱者が互いに手を取り、力を合わせて市場経済を養う

連帯経済（再配分の社会思想や法） + 社会的経済（互酬的な協同組合）

- イタリア：ボローニャに協同組合は約 8,000, 経済の 45% を支える牛乳生産のグラナローロ, 印刷広告物のキッチン・コープ 等.
- デンマーク：風力発電協同組合のピドゥ, 食肉加工のデニッシュクラウン, 乳加工のアルラ・フーズ → 欧州の国々に広がる.
- ニュージーランド：乳製品のフォンテラ, キウイ ZESPRI.
- スイス：小売日用品のミグロ & CO・OP（食品市場占有率 40% 以上）.

他にも、米サンキストのオレンジ農家, スペインのサッカーチーム（フェライン）, 仏・和蘭・独の銀行, イタリアの CO・OP イペル 等で共益性が高い食や生活用品, 及び, エネルギーや文化・福祉・医療・教育を守る.

H.Kim(中野訳, 藤井解説), 「地域に根ざしてみんなの力で起業する」, 2018. 藤井敦史, 「地域で社会のつながりをつくり直す」, 2022.

日本の JA や生協も優良, ただ食料自給率は実質 10% 以下で危機的!

鈴木宣弘, 「世界で最初に飢えるのは日本」, 2022.

自律分散のつながりの経済に向けて

自律分散する連帯共同体（出資・経営・労働を兼ねるワーカーズコープ）

：中世以前の社会に戻る訳でなく、国家に基づく共産主義でもない。

⇒ 守るべき公共性が高い業種を見直しながら（地域の）雇用を創出して、コミュニティ内外における皆の win-win を優先。▶例 X 大企業誘致

- 身の丈に合った生活やコミュニティでの暮らしを広める。
- 非営利創出で、働く人と使う人のニーズとウェルビーイングが主眼。
- （データを含めた）共有と協力を前提にコミュニティ主導で生産。
- 資源やエネルギーの消費を抑え、ローカルに多くを循環。

すでに、RIPESS 憲章やフェアトレードなど欧州や中南米の社会的連帯経済に関連した、共同菜園、地域支援型農業、共有住宅、米 NY 州の地域イントラネット:Red Hook WiFi, アフリカのオフグリッド電力、メキシコ先住民コミュニティ通信などが芽生えている！

G.Kallis et al(上原/保科 訳), 「なぜ、脱成長なのか」, 2021.

R.Srinivasan(大屋 監訳/田村 訳), 「シリコンバレーを越えて 下」, 2021.

廣田裕之, 「社会的連帯経済入門」, 2016.

公共善エコノミーの進展

2010 - 2022年に、欧州や南米で40の振興協会、3000以上の企業が支援、自治体や都市が段階的に実践、600の公共善普通口座、等々

目的：人間的な共同生活（信頼、誠実、尊重、敬意、傾聴、思いやり、協力、相互援助、分かち合い）と**手段**：**利益追求と競争**に基づく経済活動（エゴ、欲望、貪欲、妬み、傍若無人、無責任）の間にある矛盾を問い直す！

注）「競争が最も効率的である」とする科学的根拠は存在しない

脱GDPのCGP(公共善総生産)に関する**公共善決済** ▶マトリックス：
倫理的な質問に対する充足度

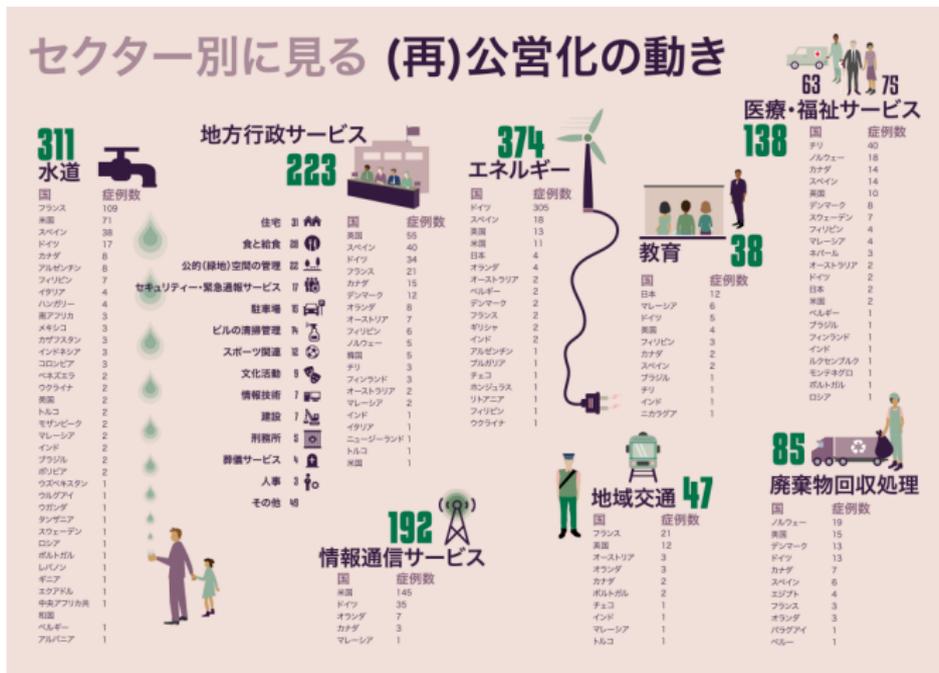
製品は意義があるか、労働環境は人間的か、倫理的な販売か、他企業に協力的で連带的か、収益はどう分配されてるか、女性は同等で適切な報酬か、民主的な決議が行われてるか、等々

⇒ **社会所有**として大中企業で共同決議権、経営参加、創業者への配当年減 + これらを実現する為の税金や法の変革と主権者民主主義（国民投票等）

C.Felber(池田憲昭 訳), 「公共善エコノミー」, 2022.

広がる諸外国での儲かるインフラの（再）公営化

公共の力と未来 世界の脱民営化から学ぶ新しい公共サービス『世界 58 か国, 2400 以上の町で, 1400 件以上もの再公営化, 公営化の事例があった...』



<https://www.tni.org/en/publication/the-future-is-public-democratic-ownership-of-public-services?translation=ja>

12. 全体のまとめ -根本的に改めるべきこと-

多くの現実ネットワークに潜む脆弱さの元凶となる、効率偏重の利己主義（優先的選択）を改める必要性！ 脱 今だけ, 金だけ, 自分だけ

- 中央統制は不可能で自律分散に委ねるべき（主体復権）。
- しなやかな復活力 = レジリエンスを高めるには、多様性, 重複冗長性, 局所分離性, 適正な単純さが重要で, これらは優先的選択の真逆。
- この真逆な具体的設計として, 出来るだけ木構造にならないループ強化を促す（平等化に向かう）弱者への最小次数ノード結合や逆優先的選択が重要。但し, 排他的な内輪の強化は避けるべき！！
- 強者（中央）による弱者（周辺）の従属化と搾取は, 広く経済システムにも当てはまり, 効率偏重な利己主義を脱却した今後のあり方として, 「自由競争・金儲けを至上とする私的所有社会」から「すみ分け・助け合いを基盤とする共有社会」へ転換すべき。

地域や国の間で競争して, 自分達だけ良ければの考えは落とし穴。

⇒ 搾取されないように, 社会インフラの（再）公営化を経て巨大ハブ化とモジュール化の進展をくい止め, 分断化しにくいネットワークの再構築を。

望ましい方向への共通項と施策案

共通項: 従属化されない主体性と連携のプラットフォームを取り戻す!

今後重要な考え方	対応する概念	これまでの志向
人として生活する基本的人権 シェアリング 上記を支えるインフラ 助け合いに基づく社会 環境や文化を守る現状維持	コスモポリタニズム アクセス コモンズ 社会的連帯経済 脱成長	私的な財産権 物の所有 儲けの手段 企業競争 GDP で測る成長

古賀啓太, 「コスモポリタニズムの挑戦」, 2014. 國領二郎, 「サイバー文明論」, 2022.
N.Schneider(月谷 訳), 「ネクスト・シェア」, 2022.

ネットワークとしての施策案: 分散配備に平等化・均一化と規制強化

- 集中を避けて分散化・多様化
人口密度を反映させない設備配備も (詳細を隠蔽して分布で評価可)
- 弱者に繋げ, 偶然の機会も重視 (利便性より耐性具備)
- 密すぎる連携を避け, 異質とも協調 (脱自己中心)

⇒ これらで結果的に効率を落とさない方法もあることを科学的に理解!

付録 お金は命より大切な

『カムリ君（9歳）は、以前は森に住み、ゆたかな森のめぐみを食べ生活していました。けれども、お金をえるために、森の木をたくさん切ってしまったことで、土地があれて、作物が育たなくなってしまう、都会に出てきました。（食べるものも）お金がないから、「スラム」とよばれる、貧しい人たちが住む場所で暮らしています。ケガもするし、森に帰りたい ... 』『森がきえるということは、命がきえることじゃ。森を大事にしないなんてもったいない。』

『自分さえよければ、という考えをもたず、分け合う気持ちがあれば、平和な世界がかならずできる。どうしたらみんなで幸せに暮らしていけるかを考えていこう。できることをやらないなんて、もったいない。』

真珠まりこ「もったいないばあさんと 考えよう世界のこゝろ」, 2008.

藤田孝典「貧困クライシス -国民総「最底辺」社会-」, 2017.

⇒ あらゆるモノ（資源や労働力）の私有化支配で、誰もが搾取の対象となって無力化し得る！